فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت(بهبود و تحول)، سال بیست‌وششم، شماره ۸۶، زمستان ۹۶
صفحات ۲۳- ۱

طراحی یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای غیرشعاعی جهت ارزیابی عملکرد

منصور مومنی[۱] - حسین صفری[۲] - محسن رستمی[۳] - امین مصطفایی[۴] - رضا سلیمانی دامنه[۵]

(تاریخ دریافت:۹۶/۱/۱۶ - تاریخ بازنگری:۹۶/۳/۶ - تاریخ پذیرش:۹۶/۴/۱۰)

چکیده

ارزیابی عملکرد از ضروریات هر سازمانی به منظور برنامه‌ریزی و کنترل است. ارزیابی بانک‌ها عملکردشان مستقیم و غیرمستقیم روی کیفیت زندگی افراد تاثیر می‌گذارد، عمدتا با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها انجام می‌گیرد. بانک‌ها همانند بسیاری از سازمان‌ها دارای یک ساختار شبکه‌ای دومرحله‌ای هستند. از آنجا که مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها به دلیل عدم توجه به ساختار داخلی و دیدگاه جعبه سیاه از ارزیابی چنین ساختاری ناتوان هستند و نمی‌توانند منبع عدم کارایی را به خوبی مشخص کنند، در این تحقیق ابتدا یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شعاعی و سپس بر مبنای ایده راسل یک مدل غیرشعاعی توسعه داده شد. در مرحله بعد از مدل غیرشعاعی ارائه شده در یک مطالعه کاربردی و تجربی جهت ارزیابی ساختار دومرحله‌ای ۳۰ بانک شامل مرحله جمع‌آوری سپرده و مرحله سوداوری استفاده شد. همچنین ریسک فعالیت‌های بانکی با در نظر گرفتن اقساط معوقه به عنوان خروجی نامطلوب مورد توجه قرار گرفت. نتایج کارایی مراحل و شبکه نشان می‌دهد که مدل مقاله، ارزیابی بهتری از عملکرد بانک‌ها ارائه می‌کند و منبع عدم کارایی را بهتر مشخص می‌کند. مدل‌های ارائه‌شده را می‌توان به ساختارها و کاربردهای دیگر نیز توسعه داد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، مدل‌های غیرشعاعی، بانک‌ها

۱. استاد گروه مدیریت دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
۲. دانشیار گروه مدیریت دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
۳. دانشیار گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران
۴. استادیار گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدتهران شمال، تهران
۵. دانشجوی دکترا مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول) soleymani@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

صنعت بانک‌داری به عنوان یکی از پایه‌های تاثیرگذار در اقتصاد هر کشوری نقشی حیاتی دارد(محمدیان و امین،۱۳۸۶). کیفیت خدمات ارائه شده بوسیله بانک‌ها نه تنها اثرات قابل توجهی روی رشد اقتصادی یک کشور دارد، بلکه هر جنبه‌ای از زندگی روزانه مردم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل ارزیابی کارایی و عملکرد بانک‌ها توجه تعداد زیادی از محققین دانشگاهی را به خود جلب کرده است. با توجه به اینکه فرایند تولید بانک شامل ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه می‌شود، اغلب مطالعات کارایی بانک، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[1]) را جهت ارزیابی به کار می‌برند. به گونه‌ای که بیشترین مقالات کاربردی تحلیل پوششی داده‌ها در صنعت بانکداری و مالی انجام شده است و جزء کاربردهایی است که بیشترین رشد را داشته‌اند و واژه‌های بانک و بانک‌داری در کنار کلماتی مانند DEA، کارایی، DMU[2]، LP و OR جزء پرکاربردترین کلیدواژه‌های تحلیل پوششی داده‌ها شناخته شدند (امروزی نژاد و دیگران(۲۰۰۸)، لیو و دیگران(۲۰۱۳)، کفاش و مارا (۲۰۱۶)). تحلیل پوششی داده‌ها که یک تکنیک غیرپارامتریک است هیچ محدودیتی روی شکل تابع روابط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها ندارد. این ویژگی متدهای غیرپارامتریک برای موسسات مالی مناسب است چرا که تابع تولید خوب تعریف شده‌ای ندارند (هولود و لوییس،۲۰۱۱). همچنین با توجه به اینکه در دیدگاه نوین ارزیابی عملکرد، تمرکز اصلی بر رشد، توسعه و بهبود ظرفیت ارزیابی‌شونده است (آذر و سپهری،۱۳۹۰)، تحلیل پوششی داده‌ها با معرفی الگو برای واحدهای ناکارا زمینه برای بهبود عملکرد آن‌ها را فراهم می‌کند.

اغلب مطالعات ارزیابی بانک، از مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. در مدل‌های سنتی، واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUها) به عنوان جعبه‌های سیاه در نظر گرفته می‌شوند و فقط ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها در ارزیابی لحاظ می‌شود و به ساختار داخلی آنها توجه نمی‌شود و هیچ فرضی در رابطه با فعالیت‌های داخلی یک واحد در نظر نمی‌گیرند، بنابراین برای واحدهای ناکارا منبع عدم کارایی مشخص نمی‌شود. در یک واحد معمولا ورودی‌ها قبل از اینکه خروجی شوند از چندین فرایند عبور می‌کنند، در مدل‌های سنتی که DMU را به عنوان یک کل واحد، بدون توجه به تعامل فرایندهایش در نظر می‌گیرند، ممکن است واحدی کارا شود در حالی که اجزا و فرایندهایش کارا نباشد (کائو و هوانگ۲۰۱۰، کائو،a۲۰۰۹). جهت رفع

1. Data Envelopment Analysis
2. Decision Making Unit

Archive of SID

www.SID.ir

عیب مدل‌های سنتی، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA[1]) توسعه پیدا کردند. از آنجا که عملکرد بانک‌ها همانند بسیاری از سازمان‌ها یک فرایند چندمرحله‌ای است و مدل‌های سنتی به دلیل دیدگاه جعبه سیاه به این مراحل در ارزیابی توجه نمی‌کنند، بنابراین نمی‌توانستند ارزیابی جامعی از عملکرد بانک‌ها داشته باشند. بنابراین ضروری است که از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای جهت ارزیابی بانک استفاده شود.

علاوه بر ضعف مدل‌های سنتی یکی دیگر از دلایلی که ضرورت استفاده از مدلهای شبکه‌ای را در ارزیابی بانک می‌رساند، بحث تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها است. دو رویکرد جهت تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های بانک وجود دارد: رویکرد تولید و رویکرد واسطه‌ای. در رویکرد تولید سپرده‌ها خروجی و در رویکرد واسطه‌ای سپرده‌ها ورودی هستند. هیچ یک از رویکردها نسبت به دیگری برتری ندارد و محققان از یکی از این رویکردها استفاده می‌کنند و این امر منجر به عدم سازگاری در تخمین کارایی در میان مطالعات شده است. بانکی که سپرده بیشتر دارد به عنوان عدم کارا در رویکرد واسط مالی شناخته می‌شود، اما ممکن است به عنوان کارا تحت رویکرد تولید ارزیابی شود (لو۲۰۰۳، هولود لویس۲۰۱۱). در حالی که با درنظرگرفتن ساختار شبکه برای بانک می‌توان این معضل را حل کرد، در دیدگاه شبکه سپرده‌ها خروجی یک مرحله ورودی مرحله دیگر هستند و درواقع سپرده‌ها نقش دوگانه دارند.

محققان مختلفی به توسعه مدل‌های شبکه‌ای برای بانک پرداخته‌اند، اما برخلاف مدل‌های سنتی، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای یک فرم استاندارد ندارند(کائو،a ۲۰۰۹) و مدل آن‌ها بستگی به ساختار واحد، نحوه ارتباط اجزا و نوع ورودی‌ها و خروجی‌ها دارد. از طرف دیگر حتی با وجود ساختار مشابه ممکن است چند مدل شبکه‌ای متفاوت برای یک ساختار خاص ارائه شود و مدلی که قدرت تمایز و تفکیک بیشتری داشته باشد مدل قوی‌تری است(کائوb۲۰۰۹، لیو و لو۲۰۱۲). در این تحقیق با تعیین و درنظر گرفتن ساختار بانک، یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای غیرشعاعی جدید توسعه و سپس از آن مدل در یک مطالعه تجربی جهت ارزیابی بانک‌ها استفاده شد.

ارزیابی بانک

کاربردهای گوناگون تحلیل پوششی داده‌ها از زمان ارائه آن، در ادبیات تحقیق ارزیابی

1. Network DEA

Archive of SID

www.SID.ir

بانک به چشم می‌خورد. برای مثال، شرمن و گلد (۱۹۸۵) از آن جهت ارزیابی عملکرد شعبه‌های بانک در امریکا استفاده کردند. واسیلوگلو و گیوکاس (۱۹۹۰)، اورال و یولالان (۱۹۹۰) و شرمن و لادینو (۱۹۹۵) به ترتیب کارایی شعب بانک در یونان، ترکیه و امریکا را با تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کردند. بار و دیگران (۱۹۹۳، ۱۹۹۴) شکست بانک‌های امریکایی در دوره 1984-1988 را بررسی کردند. برگر و هامفری (۱۹۹۷) مروری روی ۱۳۰ مطالعه موسسات مالی انجام دادند. علاوه بر مطالعات ذکرشده در دهه‌های قبل، اوکیران(۲۰۰۹)، هو و وو (۲۰۰۹)، شاهوان و حسن (۲۰۱۳)، یانگ و موریتا (۲۰۱۳)، کائو و لیو(۲۰۱۴)، سیلوا و دیگران(۲۰۱۶) و سوفیان و کامارودین(۲۰۱۷) از جمله محققانی هستند که در سال‌های اخیر به ارزیابی عملکرد بانک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. تحقیقات ذکرشده عمدتا فقط به ارزیابی کارایی سوداوری با استفاده از مدل‌های سنتی پرداختند. سیفورد و زو (۱۹۹۹) عملکرد ۵۵ بانک تجاری امریکا را با یک فرایند دو مرحله‌ای (سوداوری و بازاریابی) بررسی کردند. آن‌ها از مدل‌های سنتی به شکل مستقل و جداگانه جهت محاسبه کارایی سوداوری، بازاریابی و کارایی کل استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که بانک‌های بزرگ عملکرد بهتری در سوداوری دارند، در حالی که بانک‌های کوچکتر در بازاریابی بهتر عمل می‌کنند. لو (۲۰۰۳) از مدل سیفورد و زو جهت ارزیابی عملکرد بانک‌های بیشتری (۲۴۵ بانک بزرگ در امریکا) استفاده کرد، بنابراین عمومیت نتایجشان از کار سیفورد و زو بیشتر است. همچنین آن‌ها رابطه بین محل جغرافیایی و کارایی بانک و رابطه بین ورشکستگی بانک و کارایی را نیز بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند که مشکل عدم کارایی در بانک‌های بزرگ، سطح پایین کارایی بازاریابی به جای کارایی سودآوری است، بنابراین خط-مشی‌گذاران باید از این یافته آگاه باشند و در نتیجه تصمیماتی را جهت ارتقاء بازاریابی به جای تاکید صرف بر کارایی سوداوری برای بانک‌های بزرگ بگیرند. علی رغم اینکه سیفورد و زو (۱۹۹۹) و لو (۲۰۰۳) نسبت به کارهای قبلی ارزیابی بانک دیدگاه بهتری اتخاذ کردند و رویکرد جعبه سیاه را کنار گذاشتند، اما مدل آن‌ها ارتباط مراحل با یکدیگر را در نظر نمی‌گرفت و از مدل‌های مستقل جهت ارزیابی هر مرحله استفاده کردند.

کوک و دیگران (۲۰۰۰) با تفکیک عملکرد بانک به دو مرحله فروش و خدمات که شامل ورودی‌های مشترک برای دو مرحله می‌شد مدلی را جهت ارزیابی کارایی آن ارائه کردند. جهانشاهلو و دیگران (۲۰۰۴) با توسعه مدل کوک به ارزیابی عملکرد ۳۱ شعبه بانک

Archive of SID

www.SID.ir

در هشت شهر ایران پرداختند. ساختار آن‌ها برای بانک همانند کوک و دیگران (۲۰۰۰) شامل فروش و خدمات بود اما دو مرحله علاوه بر ورودی‌های مشترک، خروجی‌های مشترکی نیز داشتند. لیانگ و دیگران (۲۰۰۸) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و تئوری بازی‌ها به ارزیابی فرایندهای دو مرحله‌ای پرداختند و از ساختار و داده‌های مقاله سیفورد و زو (۱۹۹۹) جهت ارزیابی بانک استفاده کردند. هولود و لویس (۲۰۱۱) یک مدل شبکه‌ای غیرمداری مبتنی بر کار لویس (۲۰۱۰) توسعه دادند، اما آن‌ها در مدلشان بانک مرجع را مجبور می‌کنند تا میزان یکسانی سپرده را همانند بانک تحت بررسی داشته باشد، به عبارت دیگر این سوال را مطرح می‌کنند که با میزان مشخصی از سپرده‌ها، تا چه سطحی یک بانک می‌تواند ورودی‌هایش را کاهش دهد و خروجی‌هایش را افزایش دهد؟ عیب دیگر مدل آن‌ها این است که کارایی را برای هر مرحله به صورت جداگانه بدست نمی‌آورد. لین و چیو (۲۰۱۳) از روش تحلیل اجزا مستقل و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای جهت ارزیابی عملکرد چهار بعد بانک‌های برتر تایوان استفاده کردند. فوکویاما و وبر(۲۰۱۰)، فوکویاما و ماتوسک (۲۰۱۶) و لوزانو (۲۰۱۶) نیز از یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمبود جهت ارزیابی عملکرد بانک‌ها استفاده کردند. کائو و هوانگ (۲۰۱۰) اثر تکنولوژی اطلاعات روی عملکرد بانک را با استفاده از یک مدل شبکه‌ای بررسی کردند، آن‌ها بیان کردند که اطلاعات بیشتر درباره منبع عدم کارایی بوسیله مدل شبکه‌ای به نسبت سایر روش‌ها بدست می‌آید. جدول ۱ خلاصه‌ای از مقالات ارزیابی بانک با مدل‌های شبکه‌ای و ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱: مطالعات ارزیابی بانک با مدل‌های شبکه‌ای

محقق(سال)	ساختار بانک	ورودی‌ها	میانی‌ها	خروجی‌ها
سیفورد و زو(۱۹۹۹)	۲مرحله‌ای متوالی	کارکنان دارایی‌ها سهام	درامدها سود	ارزش بازار ROI EPS
کوک و دیگران (۲۰۰۰)	۲مرحله‌ای موازی با ورودی مشترک	کارکنان خدماتی کارکنان فروش کارکنان پشتیبانی سایر کارکنان	-	سپرده‌ها انتقالات بین حساب‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

جهانشاهلو و دیگران(۲۰۰۴)	۲مرحله‌ای متوالی با ورودی و خروجی مشترک	تعداد نیروی انسانی تعداد ترمینالهای کامپیوتر فضا(مترمربع)	میزان وام‌ها میزان پاداش‌ها	سپرده‌ها رضایت مشتریان
چن و زو(۲۰۰۴)	۲مرحله‌ای متوالی	دارایی‌های ثابت کارکنان سرمایه‌گذاری IT	سپرده‌ها	سود درصد وام‌های برگشتی
چن و دیگران(۲۰۰۶)	۲مرحله‌ای متوالی با ورودی مشترک	دارایی‌های ثابت کارکنان سرمایه‌گذاری IT	سپرده‌ها	سود درصد وام‌های برگشتی
تسولاس(۲۰۱۰)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه‌های پرسنل هزینه‌های اجاره دیگر هزینه‌های عملیاتی	درامد بهره‌ای وام کارمزد و دیگردرامدها	سود خالص
ژا و لیانگ(۲۰۱۰)	۲مرحله‌ای متوالی	کارکنان دارایی‌ها سهام	درامدها سودها	ارزش بازار ROI EPS
کائو و هوانگ(۲۰۱۰)	۲مرحله‌ای با ورودی مشترک	دارایی‌های ثابت کارکنان سرمایه‌گذاری IT	سپرده‌ها	سود درصد وام‌های برگشتی
هولود و لویس(۲۰۱۱)	۲مرحله‌ای متوالی	دارایی‌های ثابت کارکنان	سپرده‌ها	وام‌ها درامدها
یانگ و لیو(۲۰۱۲)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه پرسنل هزینه عملیاتی هزینه بهره	سپرده‌ها	درامد بهره‌ای درامد تبادلات
جلالی نائینی و دیگران(۲۰۱۳)	شبکه۳بخشی	تعداد کارکنان دارایی‌ها	درامدهای عملیاتی سپرده‌ها	وام‌های برگشتی
اکتر(۲۰۱۳)	۲مرحله‌ای متوالی	نیروی انسانی سرمایه فیزیکی سهام	سپرده‌ها	وام‌ها سرمایه‌گذاری‌ها
ماتیوس(۲۰۱۳)	۳مرحله‌ای	هزینه‌های عملیاتی	هزینه‌های پرسنل	درامدهای

Archive of SID

www.SID.ir

	متوالی	دارایی‌های ثابت سپرده‌ها وام‌های عمل‌نکرده	هزینه‌های بهره‌ای تعداد شعب	بهره‌ای درامدهای غیربهره‌ای
لین و چیو(۲۰۱۳)	شبکه۴بخشی	دارایی‌های ثابت هزینه‌های عملیاتی هزینه‌های سهام	سپرده‌ها وام‌های برگشتی	سود درامد
وانگ و دیگران(۲۰۱۴)	۲مرحله‌ای متوالی	دارایی‌های ثابت نیروی کار	سپرده‌ها	درامدهای غیربهره‌ای درامدهای بهره‌ای وام‌های عمل نکرده
ما و دیگران (۲۰۱۴)	۲مرحله‌ای متوالی	نیروی کار دارایی‌ها سهام	درامدها سودها	ارزش بازار ROI EPS
وانکه و باروس(۲۰۱۴)	۲مرحله‌ای متوالی	تعداد شعب تعداد کارکنان	هزینه‌های مدیریتی هزینه‌های پرسنل	دارایی‌های دائمی سهام
هوانگ و دیگران(۲۰۱۴)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه‌های پرسنل دارایی‌های ثابت سهام	سپرده‌ها فاندهای کوتاه مدت	وام‌ها دارایی‌های بهره‌ای وام‌های عمل نکرده
ابراهیم‌نژاد و دیگران(۲۰۱۴)	شبکه۳بخشی	هزینه‌های عملیاتی هزینه‌های سرمایه	سپرده‌های جاری سپرده‌های بلندمدت	ROS درامد مشاع درامد غیرمشاع
لیو و دیگران(۲۰۱۵)	۲مرحله‌ای با ورودی-میانی- خروجی نامطلوب	کارکنان دارایی‌های ثابت هزینه‌های عملیاتی	سود وام‌ها وام‌های عمل نکرده	ارزش بازار درامد هر سهم
اوکیران(۲۰۱۵)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه‌های پرسنل هزینه‌های بهره‌ای	تعداد مراجعات	درامدهای بهره‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

		هزینه‌های عملیاتی		درامدهای عملیاتی وام‌های عمل نکرده
فوکویاما و وبر(۲۰۱۶)		نیروی کار سرمایه فیزیکی سرمایه سهام	سپرده‌ها دیگر فاندهای بدست‌آمده	دارایی بدست امده از وام‌ها وام‌ها سرمایه‌گذاری‌ها وام‌های عمل نکرده
ژا و دیگران(۲۰۱۶)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه‌های بهره هزینه‌های عملیاتی	سپرده‌ها	درامدهای بهره‌ای درامدهای عملیاتی وام‌های عمل نکرده
فوکویاما و ماتوسک (۲۰۱۶)	۲مرحله‌ای متوالی	نیروی کار سرمایه	سپرده‌ها	وام‌ها سرمایه‌گذاری‌ها وام‌های عمل نکرده
کنگ و دیگران(۲۰۱۷)	۲مرحله‌ای متوالی	هزینه‌های عملیاتی فاندهای قابل وام‌دهی سهام	سرمایه‌گذاری‌ها وام‌ها	درامدهای سرمایه‌گذاری درامدهای وام‌ها

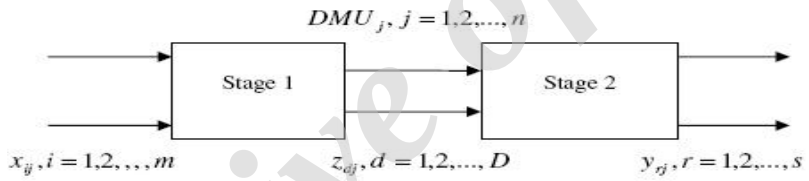
تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک غیرپارامتریک تحقیق در عملیات جهت تخمین کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده است. بر اساس آن مرز کارایی که حداکثر ترکیب خروجی‌ها از یک مجموعه ورودی‌ها است تعریف می‌شود و هر واحد خارج از این مرز به عنوان ناکارا تعیین می‌شود. ایده اولیه ورودی‌های چندگانه و خروجی یگانه بوسیله فارل (۱۹۵۷) معرفی شد و

Archive of SID

www.SID.ir

توسط چارنز و همکاران (۱۹۷۸) برای ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه توسعه داده شد. مدل‌های اولیه به فرایند داخلی و نحوه تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها توجهی نمی‌کنند و صرفا ورودی‌ها و خروجی‌ها را با اتخاذ دیدگاه جعبه سیاه جهت ارزیابی استفاده می‌کنند. سیفورد و زو (۱۹۹۹) و لو(۲۰۰۳) جهت ارزیابی بانک و شرمن و چیلینگریان (۲۰۰۴) جهت ارزیابی بیمارستان‌ها ساختار دو مرحله‌ای مطابق شکل ۱ را استفاده کردند. آن‌ها از سه مدل به صورت مستقل و جداگانه جهت محاسبه کارایی هر مرحله و کارایی کل استفاده کردند، بنابراین با وجود اینکه ساختار داخلی واحد را در نظر گرفتند، اما تعارض بین دو مرحله ناشی از متغیرهای میانی را حل نکردند و از مدل‌های مجزا و مستقل بدون بیان ارتباط کارایی کل و کارایی اجزا استفاده کردند. اگر برای مثال کارایی مرحله دوم پایین باشد، باید ورودی‌های این مرحله را کم کرد تا کارایی آن افزایش یابد، چون ورودی‌های مرحله دوم خروجی‌های مرحله اول هستند، با این کار خروجی مرحله اول کم می‌شود و در نتیجه مرحله اول ناکارا می‌شود(کوک و دیگران،۲۰۱۰).



شکل ۱: ساختار دو مرحله‌ای متوالی

فار و گراسکوپف (۲۰۰۰) مدل‌های شبکه‌ای را ارائه کردند که عیوب مدل‌های سنتی و مستقل را نداشت. کائو و هوانگ (۲۰۰۸) یک مدل مضربی برای محاسبه کارایی شبکه توسعه دادند. در مدل آن‌ها وزن ورودی‌ها و خروجی‌ها به گونه‌ای بدست می‌آید که کارایی شبکه حداکثر شود به شرطی که کارایی هیچ مرحله‌ای از یک بیشتر نشود. آن‌ها بیان کردند که کارایی کل یک شبکه دو مرحله‌ای برابر با حاصل‌ضرب کارایی دو مرحله است، به این ترتیب در صورتی یک واحد کارا می‌شود که در همه مراحل کارا باشد. اما مدل کائو و هوانگ (۲۰۰۸) در ترسیم مرز کارایی و تعیین الگو برای واحدهای ناکارا ناتوان است(چن، کوک و زو،۲۰۱۰). چن، کوک، لی و زو (۲۰۰۹) با در نظر گرفتن متغیرهای میانی به عنوان هم خروجی و هم ورودی شبکه، مدلی ارائه کردند و برای بیان ارتباط کارایی کل و کارایی

Archive of SID

www.SID.ir

مراحل از میانگین موزون استفاده کردند که وزن‌ها، ورودی‌های هر مرحله به نسبت کل ورودی‌ها بود. تن و تسوتسوی (۲۰۰۹) یک مدل مبتنی بر متغیرهای کمبود (NSBM[1]) برای ساختارهای شبکه‌ای متوالی ارائه کردند. لیو، زو، ما و شن (۲۰۱۵) مدل‌های دو مرحله‌ای با متغیرهای ورودی، میانی و خروجی نامطلوب معرفی کردند. لوزانو (۲۰۱۶) یک مدل شبکه‌ای ارائه کرد که در آن خروجی‌های فعلی مراحل با حداکثر خروجی‌های مراحل در صورتی که یک تصمیم‌گیرنده مرکزی ورودی‌ها را به مراحل تخصیص دهد، مقایسه می‌شود. دسپوتیس، ساتیروس و کروناکوس (۲۰۱۵) برای انواع ساختارهای چندمرحله‌ای متوالی مدل‌هایی معرفی کردند. کوک، زو و یانگ (۲۰۱۰)، امیرتیموری، دسپوتیس، کردرستمی و عزیزی (۲۰۱۶) مدل‌های جمعی برای ساختارهای شبکه‌ای متوالی ارائه کردند.

روش تحقیق

با توجه به طبقه‌بندی واکر (۱۹۸۸) روش تحقیق این مطالعه از نوع روش‌های تحقیق تحلیلی از زیرگروه تحقیق تحلیلی ریاضی می‌باشد، که هدف آن‌ها توسعه روابط بین مفاهیم تعریف شده از طریق توسعه روابط ریاضی است. این مدل‌ها به صورت ریاضی روابط را توسعه می‌دهند و مثال عددی از محاسباتشان نشان می‌دهند، یعنی از داده‌ها جهت تست تئوریشان استفاده نمی‌کنند. در این مقاله پس از ارائه مدل از ان جهت ارزیابی بانک‌ها (مثال عددی) استفاده می‌شود. همچنین تحقیق از نظر هدف توسعه‌ای و کاربردی می‌باشد.

مدل پژوهش

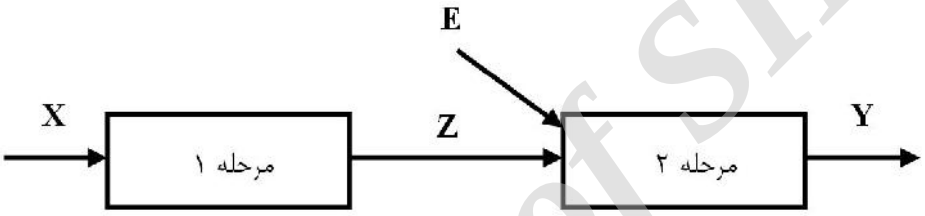
همانطور که از ادبیات تحقیق و جدول ۱ مشخص است، جهت ارزیابی بانک‌ها با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای عمدتا یک ساختار دو مرحله‌ای در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق نیز یک ساختار دو مرحله‌ای متوالی برای بانک در نظر گرفته شد. بانک‌ها از نیروی انسانی و دارایی‌ها استفاده می‌کنند و سپرده جمع‌آوری می‌کنند (مرحله اول) و سپس از این سپرده‌ها با وام‌دهی و سرمایه‌گذاری سود بدست می‌آورند(مرحله دوم)(چن و دیگران۲۰۰۶، کائو و هوانگ۲۰۱۰، هولود و لویس۲۰۱۱، وانگ و دیگران۲۰۱۴، فوکویاما و ماتوسک ۲۰۱۶). بنابراین یک ساختار دومرحله‌ای متوالی دارند که مرحله اول را جمع‌آوری سپرده و

1. Network Slacks-Based Measure

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله دوم را سوداوری نام‌گذاری می‌کنیم. به منظور در نظر گرفتن ریسک فعالیت‌های بانکی، از اقساط معوقه استفاده شد، بنابراین بانک‌ها در مرحله دوم علاوه بر سود، خروجی نامطلوبی تحت عنوان اقساط معوقه نیز دارند(هوانگ و دیگران۲۰۱۴، اوکیران۲۰۱۵، فوکویاما و وبر۲۰۱۶، ژا و دیگران۲۰۱۶). ساختار شبکه‌ای بدست آمده از ادبیات تحقیق در اختیار خبرگان بانکی و دانشگاهی قرار گرفت و پس از تایید جهت ساخت مدل مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۲ این ساختار را با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب (اقساط معوقه) به عنوان ورودی نشان می‌دهد که بر مبنای آن مدل ارائه می‌شود. جهت ساختن و بیان مدل به صورت کلی فرض می‌کنیم n واحد تصمیم‌گیرنده (j=1, … ,n) با ساختار دو مرحله‌ای متوالی (مطابق با ساختار بانک) موجود است.



شکل ۲. ساختار شبکه‌ای

متغیرهای مدل شامل:

X_{ij}: ورودی i(1,…,I)ام مرحله۱ واحد(1,…,n)jام

Z_{hj}: متغیر میانی h(1,…,H)ام واحد jام

E_{pj}: ورودی (خروجی نامطلوب) p(1,…,P)ام مرحله ۲ واحد jام

Y_{rj}: خروجی r(1,…,R)ام مرحله ۲ واحدjام

$\frac{1}{\lambda_1}$، $\frac{1}{\lambda_2}$ و $\frac{1}{\lambda_N}$: به ترتیب کارایی مرحله۱، مرحله۲ و شبکه می‌باشد.

همچنین با توجه به تفاوت واحد مرجع در محاسبه هر کارایی، λها را با اندیس‌های ۱، ۲، N از هم متمایز کردیم که به ترتیب مرتبط با واحد مرجع مرحله۱، ۲ و شبکه(N) می‌باشد. مجموعه امکانات تولید برای ساختار شکل ۲ به این صورت است: X بتواند Z را تولید کند و Z، E بتواند Y را تولید کند. در واقع فضای تولید دو قسمتی است:

Archive of SID

www.SID.ir

$$PPS=\left\{(X,Z,E,Y)\,\middle|\, X\geq\sum a_{1j}X_j, Z\leq\sum a_{1j}Z_j;\ Z\geq\sum a_{2j}Z_j, E\geq\sum a_{2j}E_j, Y\leq\sum a_{2j}Y_j, a_{1j}\geq 0, a_{2j}\geq 0\right\}$$

جهت محاسبه کارایی شبکه، خروجی فعلی با خروجی بهینه در صورت کارا عمل کردن هر دو مرحله مقایسه می‌شود. پس خروجی مرحله ۱ را به نسبت θ_1 زیاد می‌کنیم تا مرحله ۱ کارا شود، سپس با در نظر گرفتن مقدار بهینه متغیر میانی (θ_1^* z) محاسبه می‌کنیم که خروجی کل باید چقدر شود تا مرحله ۲ کارا شود یعنی خروجی سیستم باید به چه نسبتی (θ_N) افزایش یابد تا با بهینه عمل کردن مرحله ۱، مرحله ۲ و در نتیجه شبکه نیز کارا شود. بنابراین تصویر واحد تحت بررسی (DMU_O) با (X, Z, E,Y) ورودی، خروجی و متغیر میانی، روی مرز کارایی نقطه ($X, \theta_1Z, E, \theta_NY$) می‌باشد. قسمت اول PPS تعیین‌کننده مقدار θ_1Z و قسمت دوم تعیین کننده مقدار θ_N است. مدل (۱) بر همین مبنا کارایی مرحله اول و کارایی شبکه را محاسبه می‌کند.

مدل (۱)

$$\min \frac{1}{\bar{\theta}_1}+\frac{1}{\bar{\theta}_N}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{1j}X_{ij}\leq X_{io} \qquad i=1,...,I$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{1j}Z_{hj}\geq \bar{\theta}_1 Z_{ho} \qquad h=1,...,H$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{Nj}Z_{hj}\leq \bar{\theta}_1 Z_{ho} \qquad h=1,...,H$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{Nj}E_{pj}\leq E_{po} \qquad p=1,...,P$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{Nj}Y_{rj}\geq \bar{\theta}_N Y_{ro} \qquad r=1,...,R$$

$$a_{1j}, a_{Nj}\geq 0, \quad j=1,...,n$$

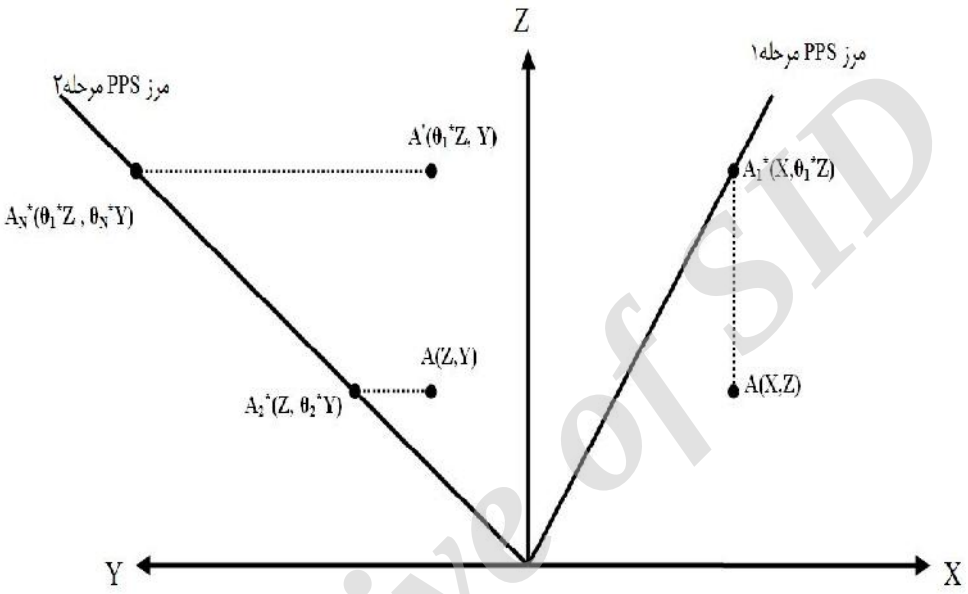
$$\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_N \quad free$$

چون هر چه Z بیشتر شود، خروجی کل هم افزایش می‌یابد (یعنی کارایی مرحله اول و کارایی شبکه هم راستا هستند)، این مدل ابتدا متغیر میانی را بهینه می‌کند(θ_1Z)، که دو قید اول و قسمت اول تابع هدف این کار را انجام می‌دهند، سپس با در نظر گرفتن مقدار بهینه

Archive of SID

www.SID.ir

متغیر میانی(قید سوم)، مشخص می‌کند که خروجی کل باید به چه نسبتی افزایش یابد($\theta_N Y$) تا به مرز کارایی برسد، که **سه** قید آخر و قسمت دوم تابع هدف این کار را انجام می‌دهد. جهت محاسبه کارایی مرحله ۲ می‌توان قید $\theta_1 = 1$ را به مدل فوق اضافه کرد و به جای θ_N، θ_2 را قرار داد، در این صورت مدل کارایی مرحله ۲ را نشان می‌دهد. شکل ۳ تعبیر هندسی مدل (۱) را نشان می‌دهد.



شکل ۳: تعبیر هندسی مدل

به دلیل امکان بیان این تعبیر در یک نمودار دوبعدی فرض می‌کنیم فقط یک متغیر ورودی (X)، یک متغیر میانی (Z) و یک متغیر خروجی(Y) داریم. واحد $A(X,Z,Y)$ را تصور کنید، نقطه $A_1^*(X,\theta_1^*Z)$ تصویر این واحد روی مرز مرحله اول را نشان می‌دهد که با استفاده از آن کارایی مرحله اول بدست می‌آید. نقطه $A_2^*(Z,\theta_2^*Y)$ تصویر واحد A روی مرز مرحله ۲ را نشان می‌دهد که با استفاده از آن کارایی مرحله دوم و چگونگی عملکرد این مرحله بدست می‌آید. نقطه $A'(\theta_1^*Z,Y)$ تصویر واحد A در مرحله دوم به شرط بهینه بودن در مرحله اول است و $A_N^*(X,\theta_1^*Z,\theta_N^*Y)$ تصویر نقطه A' روی مرز است که با استفاده از آن کارایی شبکه (θ_N^*) بدست می‌آید. به این ترتیب در نقطه A_N^* تاثیر هر دو مرحله بر خروجی کل دیده شده و بنابراین با استفاده از آن کارایی شبکه محاسبه می‌شود. یعنی برای

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه کارایی شبکه ابتدا متغیر میانی (Z) را بهینه و سپس با توجه به آن، مقدار بهینه خروجی کل محاسبه می‌شود. در واقع بررسی می‌شود که اگر DMU در هر دو مرحله کارا عمل کند خروجی کل چقدر می‌شود و با مقایسه آن با خروجی فعلی، کارایی شبکه محاسبه می‌شود.

مدل (۱) یک مدل شعاعی خروجی محور است، یعنی خروجی‌ها را به یک نسبت زیاد می‌کند و در واقع ممکن است محدودیت‌های خروجی، اسلک(S) داشته باشند. بنابراین مبتنی بر ایده راسل و مدل (۱)، مدل (۲) که یک مدل غیرشعاعی است ارائه می‌شود. با این مدل دیگر متغیر کمبود (S) در خروجی تولید نمی‌شود.

مدل (۲)

$$\min \ \frac{1}{H}\sum_{h=1}^{H}\frac{1}{\bar{\theta}_{1h}}+\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R}\frac{1}{\bar{\theta}_{Nr}}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{1j}X_{ij}\le X_{io} \qquad i=1,\dots,I$$

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{1j}Z_{hj}\ge \bar{\theta}_{1h}Z_{ho} \qquad h=1,\dots,H$$

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{Nj}Z_{hj}\le \bar{\theta}_{1h}Z_{ho} \qquad h=1,\dots,H$$

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{Nj}E_{pj}\le E_{po} \qquad p=1,\dots,P$$

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_{Nj}Y_{rj}\ge \bar{\theta}_{Nr}Y_{ro} \qquad r=1,\dots,R$$

$$\bar{\theta}_{1h}\ge 1 \qquad h=1,\dots,H$$

$$\bar{\theta}_{Nr}\ge 1 \qquad r=1,\dots,R$$

$$\alpha_{1j},\alpha_{Nj}\ge 0, \quad j=1,\dots,n$$

$\bar{\theta}_{1h}$ نسبت افزایش در متغیر میانی hام و $\bar{\theta}_{Nr}$ نسبت افزایش در خروجی rام شبکه را نشان می‌دهد. بنابراین هر یک از متغیرهای میانی یا خروجی به نسبت خودشان تغییر می‌کنند نه به نسبت مساوی و درنتیجه دیگر در محدودیت‌های آنها متغیر کمبود (s) تولید نمی‌شود و نحوه حرکت به سمت الگوی مرحله ۱ و شبکه به صورت غیرشعاعی است. $\frac{1}{H}\sum_{h=1}^{H}\frac{1}{\bar{\theta}_{1h}}$ کارایی مرحله ۱ و $\frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R}\frac{1}{\bar{\theta}_{1r}}$ کارایی شبکه را نشان می‌دهد. جهت بدست آوردن کارایی

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله ۲، کافیست در مدل محدودیت $\overline{1 = {}_{1h}}$ را اضافه کرد، در این صورت مدل به جای کارایی شبکه، کارایی مرحله ۲ را می‌دهد. مدل (۱) و (۲) دارای ۲ خاصیت است:

۱. یک واحد کارای شبکه قوی است، اگر و فقط اگر در هر مرحله کارای قوی باشد.

۲. در صورت محاسبه کارایی تصویر(الگوی) یک واحد ناکارا، آن واحد دارای کارایی شبکه ۱ می‌شود.

تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

از مدل‌های ارائه شده جهت ارزیابی ۳۰ بانک در سال ۱۳۹۳ استفاده شد. داده‌های موردنیاز از ترازنامه، صورت‌های سود و زیان، گزارش‌های بانکی موجود در سایت‌های اینترنتی بانک‌ها و مراجعه حضوری به بانک‌ها بدست آمد. جهت تحلیل داده‌ها از نرمال‌شده داده‌ها استفاده شد، چون مدل‌ها نسبت به تغییر واحد پایدار هستند (تغییرناپذیری واحد). جدول ۲ نتایج حاصل از ارزیابی بانک‌ها با مدل (۲) را نشان می‌دهد.

جدول ۲: نتایج حاصل از تحلیل داده‌های بانک

واحد	مرحله ۱	مرحله ۲	شبکه	رتبه	واحد	مرحله ۱	مرحله ۲	شبکه	رتبه
۱	۰/۸۱۴	۰/۴۳۵	۰/۳۶۷	۷	۱۶	۰/۴۱۶	۰/۱۰۲	۰/۰۵۳	۳۰
۲	۰/۶۸۶	۰/۰۹۹	۰/۰۷۷	۲۹	۱۷	۰/۳۳۳	۰/۹۶۲	۰/۹۵۷	۲
۳	۰/۴۳۲	۱	۱	۱	۱۸	۰/۳۷۴	۰/۴۱۵	۰/۱۷۲	۱۸
۴	۰/۵۳۷	۰/۴۲۳	۰/۲۴۵	۱۲	۱۹	۰/۵۵۱	۰/۲۳۷	۰/۱۳۶	۲۴
۵	۰/۷۶۶	۰/۲۶۷	۰/۲۰۹	۱۶	۲۰	۰/۴۳۴	۰/۴۵۳	۰/۲۱۷	۱۵
۶	۰/۶۷۸	۰/۴۶۶	۰/۳۳۱	۹	۲۱	۰/۲۹۹	۰/۱۵۴	۰/۰۹۲	۲۷
۷	۰/۴۱۸	۰/۱۶۶	۰/۰۹۱	۲۸	۲۲	۰/۴۰۶	۰/۳۳۸	۰/۱۵۲	۲۱
۸	۰/۵۸	۰/۳۷	۰/۲۳	۱۴	۲۳	۰/۳۴۸	۰/۹۹۵	۰/۴۷۱	۵
۹	۰/۵۰۲	۱	۰/۶۴۲	۳	۲۴	۰/۵۰۸	۰/۲۶۲	۰/۱۴۱	۲۳
۱۰	۰/۶۰۶	۰/۲۸۵	۰/۱۸۲	۱۷	۲۵	۰/۴۴۷	۰/۲۶۸	۰/۱۲۹	۲۵
۱۱	۰/۵۶۴	۰/۲۶۵	۰/۱۵۹	۲۰	۲۶	۰/۶۴۹	۰/۴۲۳	۰/۲۸۶	۱۰
۱۲	۰/۸۳۶	۰/۴۲۳	۰/۳۶	۸	۲۷	۰/۳۵۴	۰/۸۷۸	۰/۴۲۸	۶

Archive of SID

www.SID.ir

۱۹	۰/۱۷۱	۰/۲۲۷	۰/۷۳۱	۲۸	۴	۰/۵۷۳	۰/۹۴۱	۰/۴۷۸	۱۳
۲۲	۰/۱۴۷	۰/۴۴۲	۰/۳۰۱	۲۹	۱۳	۰/۲۳۹	۰/۲۳۹	۱	۱۴
۲۶	۰/۱۰۴	۰/۲۷۳	۰/۳۲۴	۳۰	۱۱	۰/۲۸۳	۰/۴۵	۰/۵۸	۱۵

همه واحدها به جز واحد۳، ناکارا هستند و برای هر واحد ناکارا منبع این ناکارایی مشخص است. واحد ۳ با وجود اینکه در مرحله۱ ناکارا است، کارای شبکه ضعیف است. دلیل کارا شدن آن با وجود ناکارایی مرحله ۱ آن است که این واحد نمی‌تواند خروجی بیشتری از میزان فعلی خود تولید کند، حتی اگر متغیر میانی که ورودی برای تولید خروجی کل است زیاد شود. مرحله ۱ ناکارا است یعنی این مرحله می‌تواند خروجی بیشتری که همان متغیر میانی است تولید کند، اما افزایش متغیر میانی به مقدار بهینه آن تاثیری در خروجی کل ندارد. بنابراین واحد کارای شبکه نشان داده می‌شود، اما چون با ورودی کمتری می‌توان این خروجی را تولید کرد، کارای ضعیف نشان داده می‌شود. دلیل آن وجود ورودی دیگری است که در تعیین خروجی نقش دارد و مقدار آن ثابت مانده است. بنابراین اگر افزایش متغیر میانی به مقدار بهینه‌اش تاثیری در مقدار بهینه خروجی نداشته باشد کارایی مرحله ۲ با کارایی شبکه مساوی می‌شود. می‌توان مدل را به گونه‌ای طراحی کرد که در صورت عدم تاثیر متغیر میانی بر خروجی کل مقدار آن تغییر نکند اما در این صورت مرحله ۱ کارا نمی-شود و از طرف دیگر حتی اگر افزایش متغیر میانی تاثیری در افزایش خروجی کل نداشته باشد(مانند واحد۳) این میزان متغیر میانی مازاد می‌تواند برای افزایش خروجی در دوره‌های بعد ذخیره شود. با پیشرفت تکنولوژی در سال‌های بعد، یک واحد جهت رسیدن به الگو باید تمام مراحل و متغیرها را بهینه کند ولی اگر مرحله ۱ و متغیر میانی بهینه باشد تنها باید خروجی کل و مرحله۲ را بهینه کند، در واقع سپرده‌های مازاد را که در این دوره تاثیری بر خروجی نداشته‌اند، جهت افزایش خروجی در دوره‌های بعد ذخیره می‌کند. واحد ۱۴ در مرحله ۱ کارا اما چون در مرحله ۲ ناکارا است، ناکارای شبکه نیز می‌باشد. و واحد ۹ با وجود کارایی در مرحله دوم، به علت عدم کارایی در مرحله ۱ ناکار شده است، یعنی با افزایش متغیر میانی آن به مقدار بهینه، واحد۹ می‌تواند خروجی بیشتری تولید کند تا به مرز کارایی برسد. در صورتی یک واحد کارای قوی می‌شود که هر دو مرحله کارای قوی باشد و مدل تضمین نمی‌کند که جتما یک واحد کارای قوی داشته باشیم.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله با در نظر گرفتن ساختار دو مرحله‌ای متوالی بانک، ابتدا یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شعاعی توسعه داده شد سپس مبتنی بر مدل راسل، حالت غیرشعاعی آن ارائه شد. مدل غیرشعاعی به علت اینکه الگو را یک واحد کارای قوی قرار می‌دهد مدل بهتری است. از مدل غیرشعاعی ارائه شده جهت ارزیابی ۳۰ بانک در سال ۹۳ استفاده شد. یافته‌های پژوهش از دو جنبه قابل تحلیل هستند:

یکی بحث ارزیابی عملکرد است یعنی نحوه عملکرد هر بانک با یک نمره کارایی بین ۰ تا ۱ مشخص شد و این ارزیابی با در نظرگرفتن ساختار و مراحل بانک انجام شد و عملکرد هر مرحله نیز مشخص است. بنابراین منبع عدم کارایی هر بانک مشخص می‌شود، برای مثال بانک ۱ با نمره کارایی ۰/۳۶۷ ناکارا شده است که این ناکارایی ناشی از عملکرد ضعیف هر دو مرحله است. کارایی این بانک در مرحله اول (مرحله جمع آوری سپرده) ۰/۸۱۴ و در مرحله دوم (مرحله سودآوری) ۰/۴۳۵ می‌باشد، بنابراین در مرحله دوم بسیار ضعیف‌تر از مرحله اول کار کرده است و باید تمرکز خود را بیشتر روی مرحله سودآوری بگذارد. یا بانک ۹ ناکارا شده است که این ناکارایی به دلیل عدم کارایی مرحله جمع اوری سپرده است و در مرحله سودآوری این بانک کارا بوده است، و به همین ترتیب جزییات عملکرد هر بانک در هر مرحله در مقایسه با سایر بانک‌ها مشخص است. در مدل‌های سنتی که دیدگاه جعبه سیاه دارند جزییات عملکرد مراحل مشخص نمی‌شود و صرفا یک نمره کارایی کلی برای بانک ارائه می‌شود که علاوه بر اینکه ارزیابی واقعی نیست، برای بانک‌های ناکارا منبع عدم کارایی را هم نشان نمی‌دهد.

بحث دیگر در رابطه با یافته‌های تحقیق، ارائه الگو جهت رسیدن به کارایی برای واحدهای ناکارا است. یافته‌های تحقیق برای هر بانک ناکارا چگونگی کارا شدن را به تفکیک مراحل نشان می‌دهد. برای مثال بانک ۱ ناکارا است و جهت رسیدن به کارایی شبکه باید مراحل خود را کارا کند. این بانک باید ابتدا با ورودی‌های (دارایی‌های ثابت، نیروی انسانی) فعلی، خروجی مرحله ۱ خود (سپرده‌ها) را ۱/۲۳ ($\frac{1}{0/814}$) برابر کند، تا مرحله اول کارا شود و سپرده‌های خود را به میزان بهینه برساند و سپس با این میزان سپرده باید خروجی مرحله دوم (سود) خود را ۲/۷۲ ($\frac{1}{0/367}$) برابر کند، تا مرحله دوم و کل شبکه کارا شود و در این

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش هم مرحله اول و هم مرحله دوم نقش دارند. حالا اگر این بانک بخواهد فقط مرحله دوم خود یعنی مرحله سودآوری را به تنهایی کارا کند، یعنی با میزان فعلی سپرده‌های خود بخواهد سودش را حداکثر کند باید خروجی مرحله دوم (سود) را ۲/۳($\frac{1}{0/814}$) برابر کند. به همین ترتیب سایر بانک‌ها نیز باید خروجی‌های هر مرحله خود را باتوجه به یافته‌های تحقیق افزایش دهند تا به کارایی برسند. برای مثال بانک ۹ فقط در مرحله اول ناکارا است و مرحله دوم کارا است. این بانک جهت رسیدن به کارایی باید خروجی مرحله ۱ خود را ۱/۹۹ ($\frac{1}{0/502}$) برابر کند، که با این کار ورودی مرحله دوم آن (سپرده‌ها) ۱/۹۹ برابر می‌شود. مرحله دوم این بانک با سپرده‌های فعلی کارا است یعنی با سپرده‌های فعلی حداکثر سود ممکن را تولید می‌کند، اما وقتی ورودی آن (سپرده‌ها) ۱/۹۹ برابر شد دیگر با تولید همان سود قبلی کارا نیست و باید حداکثر سود را از سپرده‌های جدید تولید کند و بنابراین باید سود خود را با سپرده‌های جدید به ۱/۵۶ ($\frac{1}{0/642}$) برابر فعلی افزایش دهد. این افزایش‌ها با توجه به مجموعه امکانات تولید و عملکرد سایر بانک‌ها کاملا شدنی است.

مدل کائو و هوانگ (۲۰۰۸) یکی از متداول‌ترین مدل‌ها برای ارزیابی ساختارهای دو مرحله‌ای متوالی است که از ارائه الگو برای واحدهای ناکارا ناتوان است و اگر در ثانویه مدل آن‌ها مقدار بهینه خروجی را قرار دهیم و مجددا مدل کائو را حل کنیم، ممکن است آن واحد کارا نشود(چن، کوک و زو، ۲۰۱۰). اما مدل‌های مقاله این عیب را ندارند و تصویر واحد تصمیم گیرنده کارا است و جهت رسیدن به کارایی واحد مرجع معرفی می‌کند. مدل‌های کائو برای ساختارهای چندمرحله‌ای با ورودی و خروجی اضافی(۲۰۱۴a) نیز این عیب را دارند. همچنین در مدل‌های کائو همه خروجی‌های شبکه در هر مرحله‌ای به یک نسبت مساوی افزایش می‌یابد، اما در مدل‌های مقاله خروجی هر مرحله متناسب با همان مرحله افزایش می‌یابد و حتی در مدل غیرشعاعی ارائه شده، خروجی‌های یک مرحله هم به نسبت‌های متفاوت تغییر می‌کنند. دسپوتیس، کروناکوس و ساتیروس (۲۰۱۶) به تفکیک مدل‌های دو مرحله‌ای به دو دسته تجزیه و ترکیب پرداختند، در مدل‌های تجزیه ابتدا کارایی شبکه و سپس با استفاده از آن کارایی مراحل بدست می‌آید و در مدل‌های ترکیب ابتدا کارایی مراحل و سپس با استفاده از کارایی مراحل، کارایی شبکه محاسبه می‌شود. اغلب مدل‌های ادبیات

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق برای ساختارهای شبکه‌ای دارای رویکرد تجزیه است(کائو و هوانگ ۲۰۰۸، کائو۲۰۱۴a، کوک و دیگران۲۰۱۰، چن و دیگران۲۰۰۹، چن و دیگران۲۰۱۰، تن و تسوتسوی۲۰۰۹)، اما در این مقاله با استفاده از کارایی مراحل، کارایی کل محاسبه شد(رویکرد ترکیب). دسپوتیس، کروناکوس و ساتیروس (۲۰۱۶) نشان دادند تخمین کارایی روش تجزیه دارای خطا و انحراف است. مدل‌های مقاله دارای رویکرد خروجی محور است و بر خلاف مدل‌های ادبیات تحقیق به واحدها اجازه می‌دهد که بخشی از متغیرهای میانی خود را جهت تولید خروجی بیشتر در اینده ذخیره کنند.

بسیاری از مقالات ارزیابی بانک با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها ریسک فعالیت‌های بانکی را در نظر نگرفتند(هولود و لویس۲۰۱۱، چن و دیگران۲۰۰۹، فوکویاما و ماتوسک۲۰۱۱، ما و دیگران۲۰۱۴، وانکه و باروس۲۰۱۴، تسولاس۲۰۱۰، کنگ و دیگران۲۰۱۷). اما در این مقاله با در نظر گرفتن اقساط معوقه به عنوان خروجی نامطلوب این مساله مورد توجه قرار گرفت. مقاله فقط ساختار را در ارزیابی بانک در نظر گرفت و زمان را در نظر نگرفت، در حالی که فعالیت‌های بانکی یک فرایند مستمر در طول زمان است. در واقع مدل‌های شبکه‌ای ارائه شده ایستا هستند و تعمیم این مدل‌های ایستا به مدل‌های شبکه‌ای پویا که همزمان ساختار و زمان را در ارزیابی لحاظ کند از جمله پیشنهادات برای تحقیقات آینده است. علاوه بر محققان خارجی، محققان داخلی نیز تلاش‌های در راستای در نظر گرفتن زمان در ارزیابی بانک‌ها انجام داده‌اند، از جمله رمضانیان، یاکیده و اویسی(۱۳۹۱) با استفاده از تحلیل پنجره و شاخص مالم‌کوئیست به ارزیابی طی زمان بانک سپه پرداختند. اما تحلیل پنجره و شاخص مالم‌کوئیست ارتباط یک واحد با خودش در دوره‌های متوالی را در نظر نمی‌گیرد و جهت رفع این عیب بهتر است از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های پویا (DDEA[1]) استفاده شود.

1. Dynamic DEA

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

آذر، عادل و سپهری‌راد، رامین. (۱۳۹۰)، ارائه مدل ریاضی ارزیابی عملکرد ۳۶۰ درجه (پیمایشی در سازمان ملی بهره‌وری)، *فصلنامه مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، ۶۶، ۱-۲۳.

رمضانیان، محمدرحیم، یاکیده، خسرو و اویسی، اکرم. (۱۳۹۱). تبین الگوی ارزیابی خودمبنا و مستمر عملکرد. *فصلنامه مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، ۶۸، ۱-۱۶.

محمدیان، محمود و امین، فرشته. (۱۳۸۶). مدلی برای رتبه‌بندی مشتریان در صنعت بانک-داری به منظور اجرایی نمودن مدیریت روابط با مشتری (CRM)(بررسی موردی بانک ملت). *فصلنامه مطالعات مدیریت (بهبود و تحول)*، ۵۶، ۱۴۱-۱۷۱.

Akther, S., Fukuyama, H., & Weber, W.L. (2013), "Estimating two-stage network slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking", *Omega*, 41(1), 88-96.

Amirteimoori, A., Despotis, D. K., Kordrostami, S. & Azizi, H. (2016), "Additive models for network data envelopment analysis in the presence of shared resources", *Transportation Research Part D*, http://dx.doi.org/ 10.1016/j.trd.2015.12.016.

Avkiran, N., Mccrystal, A. (2014), "Dynamic network range-adjusted measure vs. dynamic network slacks-based measure", *Journal of the Operations Research Society of japan,57(1),1-14.*

Avkiran, N.K., (2015), "An illustration of dynamic network DEA in commercial banking including robustness tests", *Omega* 55, 141-150.

Avkiran, N.K. (2009), "Opening the black box of efficiency analysis: An illustration with UAE banks", *Omega*, 37, 930-941.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978), "Measuring the efficiency of decision-making units". *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

Chen, Y, Liang, L., Yang, F. & Zhu, J. (2006). Evaluation of information technology investment: a data envelopment analysis approach, Computers & Operations Research, 33, 1368-1379.

Chen, Y., and Zhu, J. (2004). Measuring Information technology Indirect Impact on Firm Performance, Information Technology, and Management, 5, 9-22.

Chen, Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2010). Deriving the DEA frontier for two-stage processes. *European Journal of Operational Research*, 202, 138-142.

Chen, Y., Cook, W. D., Li, N., & Zhu, J. (2009). Additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *European Journal of Operational Research*, 196, 1170-1176.

Cook, W. D., Hababou, M., Tuenter, H.J.H. (2000). Multicomponent efficiency measurement and shared inputs in DEA: an application to sales and service performance in bank branches. *Journal of Productivity Analysis*, 14, 209-224.

Archive of SID

www.SID.ir

Cook, W. D., Zhu, J., Bi, G. B., & Yang, F. (2010). Network DEA: Additive efficiency decomposition. *European Journal of Operational Research*, 207, 1122-1129.

Despotis, K. D., Sotiros, D., Koronakos, G. (2015). A Network DEA approach for series multi-stage process. *Omega*.

Despotis, K., D., Koronakos, G., Sotiros, D. (2016). Composition versus decomposition in two-stage network DEA: a reverse approach. *Journal of Productivity Analysis*, 45: 71-87.

Ebrahimnejad, A., Tavana, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., Shahverdi, R. and Yousefpour, M. (2014). A three-stage Data Envelopment Analysis model with application to banking industry, Measurement, 49, 308-319.

Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: a survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42, 151-157.

Fare, R., & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34, 35-49.

Fukuyama, H., & Matousek, R. (2016). Modelling Bank Performance: A Network DEA Approach, *European Journal of Operational Research*, doi: 10.1016/j.ejor.2016.10.044

Fukuyama, H., & Weber, W.L. (2010). A slacks-based inefficiency measure for a two stage system with bad outputs. *Omega*, 38, 398-409.

Fukuyama, H., & Weber, W.L. (2016). Japanese bank productivity, 2007-2012: A dynamic network approach. *Mimeo*.

Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking and Finance*, 35, 2801-2810.

Huang, J., Chen, J. and Yin, Z. (2014). A Network DEA Model with Super Efficiency and Undesirable Outputs: An Application to Bank Efficiency in China, Mathematical Problems in Engineering (DOI: 10.1155/2014/793192).

Jahanshahloo, G. R., Amirteimoori, A. R., & Kordrostami, S. (2004). Measuring the multi-component efficiency with shared inputs and outputs in data envelopment analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 155, 283-293.

Jalili Naini, S.G., Moini, A. and Rezaee, M.J. (2013). Nash bargaining game model for two parallel stages process evaluation with shared inputs, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 67, 475-484.

Kaffash, S. & Marra, M. (2016). Data envelopment analysis in financial services: a citations network analysis of banks, insurance companies and money market funds, *annals operations research*, DOI: 10.1007/s10479-016-2294-1.

Kao, C. (2009a). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. *European Journal of Operational Research*, 192, 949-962.

Kao, C. (2009b). Efficiency measurement for parallel production systems. *European Journal of Operational Research*, 196, 1107-1112.

Kao, C. (2014). Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 232, 117-124.

Kao, C., & Hwang, S. N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data

Archive of SID

www.SID.ir

envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185, 418-429.

Kao, C., & Hwang, S. N. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision Support Systems*, 48, 437-446.

Kao, C., & Liu, S. T. (2014). Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis: The case of Taiwanese commercial banks. *Omega*, 47, 90-98.

Kong, W.H., Fu, T.T., Yu, M.M. (2017). International Journal of Information Technology & Decision Making, (DOI: 10.1142/S0219622017500031).

Lin, T. Y., & Chiu, S. H. (2013). Using independent component analysis and network DEA to improve bank performance evaluation. *Economic Modelling*, 32, 608-616.

Liu, J. S., & Lu, W. M. (2012). Network-based method for ranking of efficient units in two-stage DEA models. Journal of the Operational Research Society, 63, 1153-1164.

Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M. & Lin, B. j. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41, 893-902.

Liu, W., Zhou, Z., Ma., C., Liu, D., Shen, W. (2015). Two-stage DEA models with undesirable input-intermediate-outputs. *Omega*, 56: 74-87.

Lozano, S. (2016). Slacks-based inefficiency approach for general networks with bad outputs: An application to the banking sector. *Omega*, 60, 73-84.

Luo, X. M. (2003). Evaluating the profitability and marketability efficiency of large banks: An application of data envelopment analysis. *Journal of Business Research*, 56, 627-635.

Ma, C., Liu, D., Zhou, Z., Zhao, W. and Liu, W., Game Cross Efficiency for systems with Two-stage Structures, Journal of Applied Mathematics, (DOI: 10.1155/2014/747596).

Matthews, K. (2013). Risk management and managerial efficiency in Chinese banks: A network DEA framework, OMEGA, 41, 207-215.

Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. *Management Science*, 45, 1270-1288.

Shahwan, T. M. & Hassan, Y.M. (2013). Efficiency analysis of UAE banks using data envelopment analysis, Journal of Economic and Administrative Sciences, 29, 4-20.

Silva, T.C.S., Tabak, B.M., Cajueiro, D. O. & Dias, V. B. (2016). A Comparison of DEA and SFA using micro- and macro-level perspectives: efficiency of Chinese local banks, Physica A, (DOI: 10.1016/j.physa.2016.11.041).

Sufian, F. & Kamarudin, F. (2017). Forced Mergers on Bank Efficiency and Productivity: Evidence from Semi-parametric Malmquist Productivity Index, Global Business Review, 8, 19-44.

Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, 197, 243-252.

Tsolas, I.E. (2010). Modeling bank branch profitability and effectiveness by means of DEA, International Journal of Productivity and Performance Management, 59, 5, 432-451.

Archive of SID

www.SID.ir

Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361-385.

Wang, K, Huang, W, Wu, J, Liu, YN. (2014). Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA. *Omega*, 44,5-20.

Wanke, p. and Barros, C. (2014). Two-stage DEA: An application to major Brazilian Banks, Expert Systems with Applications, 41, 2337-2344.

Yang, C. and Liu, H.M. (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA, Economic Modelling, 29, 450-461.

Yang, X., & Morita, H. (2013). Efficiency improvement from multiple perspectives: An application to Japanese banking industry. Omega, 41(3), 501-509.

Zha, Y. and Liang, L. (2010). Two-stage cooperation model with input freely distributed among the stages, European Journal of Operational Research, 205, 332-338.

Zha, Y., Liang, N., Wu, M. & Bian, Y. (2016). Efficiency evaluation of banks in china: A dynamic two-stage slacks-based measure approach, *Omega*, http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2014.12.008.

Archive of SID

www.SID.ir